

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: **Hideaki YOSHIMURA**

Serial Number: **Not Yet Assigned**

Filed: **February 6, 2004**

**Customer No.: 38834**

**For: SEMICONDUCTOR DEVICE WITH IMPROVED HEAT DISSIPATION, AND A  
METHOD OF MAKING SEMICONDUCTOR DEVICE**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

February 6, 2004

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

**Japanese Appln. No. 2003-044335, filed on February 21, 2003**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,  
WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP



John P. Kong  
Reg. No. 40,054

Atty. Docket No.: 042088  
1250 Connecticut Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20036  
Tel: (202) 822-1100  
Fax: (202) 822-1111  
JPK/ll

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy  
of the following application as filed with this office.

Date of Application: February 21, 2003

Application Number: No. 2003-044335  
[ST.10/C]: [JP 2003-044335]

Applicant(s): FUJITSU LIMITED

October 28, 2003

Commissioner,  
Patent Office

Yasuo Imai (Seal)

Certificate No. 2003-3089142

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 2月21日

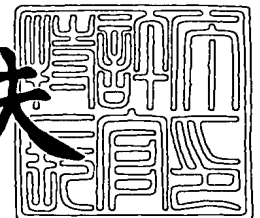
出願番号  
Application Number: 特願2003-044335  
[ST. 10/C]: [JP2003-044335]

出願人  
Applicant(s): 富士通株式会社

2003年10月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3089142

【書類名】 特許願

【整理番号】 0253265

【提出日】 平成15年 2月21日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 23/34

【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

【請求項の数】 10

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

    【氏名】 吉村 英明

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100070150

    【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿 4 丁目 2 0 番 3 号 恵比寿ガーデンプレイスタワー 3 2 階

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊東 忠彦

    【電話番号】 03-5424-2511

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 002989

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0114942

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体素子と、

該半導体素子で発生する熱を放熱する放熱部材と、

前記半導体素子と前記放熱部材を熱的に接続する接続部材とを有する半導体装置において、

前記接続部材を金属により形成すると共に、変形することにより前記半導体素子と前記放熱部材との間に発生する応力を吸収する構成とし、

かつ、該接続部材と前記半導体素子とを金属接合したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の半導体装置において、

前記半導体素子の前記接続部材が金属接合される位置に、金属接合用の金属層が形成されてなることを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の半導体装置において、

前記接続部材は、変形可能な構成とされた複数のポストを有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の半導体装置において、

前記ポスト間の隙間に有機材料を充填したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 5】 請求項 4 記載の半導体装置において、

前記有機材料に無機材料を混合し、該無機材料を混入した有機材料の熱膨張率が、前記半導体素子の熱膨張率と前記放熱部材の熱膨張率との間の値となるよう構成したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】 請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の半導体装置において、

前記複数のポストの長さを、中心部における長さに対し、外周部における長さを長く設定したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】 請求項 3 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の半導体装置において、

前記複数のポストの断面積を、中心部における断面積に対し、外周部における断面積が小さくなるよう設定したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 8】 請求項 3 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の半導体装置において

前記複数のポストの配設密度を、中心部における配設密度に対し、外周部における配設密度が低くなるよう設定したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 9】 請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の半導体装置において

前記接続部材を前記放熱部材と一体化したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 0】 基材に対してポストを形成することにより接続部材を製造する工程と、

半導体素子の表面に金属層を形成する工程と、

前記接続部材と前記半導体素子との間に樹脂材を配設しつつ前記ポストを前記金属層に押圧し、前記ポストと前記金属層を接合する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は半導体装置及びその製造方法に係り、特に半導体チップから発生する熱の放熱効率の向上を図った半導体装置及びその製造方法に関する。

【 0 0 0 2 】

近年、半導体チップが高集積化してきており、また、半導体装置の実装の高密度化が要求されてきている。そこで、Q F P (Quad Flat Package) 型半導体装置に比べて、外部接続端子（バンプ、ランド等）の狭ピッチ化を図ることができる B G A 型半導体装置及び L G A 型半導体装置が注目され、また実用されるようになってきている。

【 0 0 0 3 】

また、半導体チップの高集積化に伴い半導体素子の発熱量が増えてきており、よって半導体装置の放熱特性を向上させる必要がある。

## 【0 0 0 4】

## 【従来の技術】

従来から、外部接続端子の狭ピッチ化及び放熱特性の向上を図った半導体装置が各種提案されている（例えば特許文献 1 ～ 4）。図 1 は、従来の放熱特性の向上を図った半導体装置の一例を示している。同図に示す半導体装置 1 は F C - B G A (Flip Chip Bump Grid Array package) 構造とされており、大略すると半導体チップ 2、パッケージ基板 3、放熱部材 4、半田ボール 5 等により構成されている。

## 【0 0 0 5】

半導体チップ 2 は、パッケージ基板 3 の上面にフリップチップ実装されている。また、パッケージ基板 3 の下面には、外部接続端子として機能する半田ボール 5 が配設されている。パッケージ基板 3 は多層基板であり、半導体チップ 2 と半田ボール 5 は、この内部配線により電氣的に接続された構成となっている。

## 【0 0 0 6】

また、放熱部材 4 は半導体チップ 2 を保護するリッドとして機能すると共に、半導体チップ 2 で発生した熱を放熱する放熱板としても機能するものである。よって、半導体チップ 2 と放熱部材 4 は熱的に接続する必要があるが、従来では熱的接続部材 6（以下、単に接続部材という）を用いて半導体チップ 2 の背面と放熱部材 4 の内面を熱的に接続することが行なわれていた。

## 【0 0 0 7】

この際、半導体チップ 2 の背面から放熱部材 4 への熱伝達機構としては、従来では次に述べる二つの方法が一般的であった。

## 【0 0 0 8】

(a) 半導体チップ 2 と放熱部材 4 の材質差による熱膨張率のミスマッチによる信頼度低下を防止するため、接続部材 6 として応力緩和性のあるグリス（コンパウンド）、或いは熱伝導性の接着剤などの熱媒体を用い、これを半導体チップ 2 と放熱部材 4 との間に配設する方法（図 1 に図示した方法）

(b) 半導体チップ 2 の熱膨張率に近い熱膨張率を有した材料（例えば、Cu-W、カーボンと Al の複合材料等）を半導体チップ 2 と放熱部材 4 との間に半田接



合する方法

【特許文献 1】

特開昭 5 7 - 1 7 6 7 5 0 号公報

【 0 0 0 9】

【特許文献 2】

特開平 0 1 - 1 1 7 0 4 9 号公報

【 0 0 1 0】

【特許文献 3】

特開平 1 0 - 0 5 0 7 7 0 号公報

【 0 0 1 1】

【特許文献 4】

特開平 1 1 - 0 6 7 9 9 8 号公報

【 0 0 1 2】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記した(a)の方法では、グリス（コンパウンド）或いは熱伝導性接着剤は熱抵抗が大きいため、半導体チップ 2 から放熱部材 4 に効率よく熱伝導が行なわれないという問題点があった。

また、上記した(b)の方法では、半導体チップ 2 の熱膨張率に近い熱膨張率を有した材料として、例えば、Cu-W、カーボンと Al の複合材料等を用いるが、これらの材料は放熱性の良好な Cu 等と比較して熱伝導材料の熱伝導率が低くなる。このため上記の(b)の方法は、主に半導体チップ 2 の発熱量が比較的到低いパッケージにしか適用することができなかった。

【 0 0 1 3】

本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、半導体素子で発生する熱を確実に放熱すると共に装置内部で発生する応力の低減を図り得る半導体装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 4】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために本発明では、次に述べる各手段を講じたことを特

徴とするものである。

【0015】

請求項1記載の発明は、

半導体素子と、

該半導体素子で発生する熱を放熱する放熱部材と、

前記半導体素子と前記放熱部材を熱的に接続する接続部材とを有する半導体装置において、

前記接続部材を金属により形成すると共に、変形することにより前記半導体素子と前記放熱部材との間に発生する応力を吸収する構成とし、

かつ、該接続部材と前記半導体素子とを金属接合したことを特徴とするものである。

【0016】

上記発明によれば、半導体素子と放熱部材との間に発生する応力は、接続部材により吸収されるため、半導体素子に印加される応力は低減され、半導体装置の信頼性を向上させることができる。また、接続部材と半導体素子とが金属接合されることにより、接続部材と半導体素子との間における熱伝導率を高めることができ、半導体素子で発生する熱を効率良く放熱することができる。

【0017】

また、請求項2記載の発明は、

請求項1記載の半導体装置において、

前記半導体素子の前記接続部材が金属接合される位置に、金属接合用の金属層が形成されてなることを特徴とするものである。

【0018】

上記発明によれば、半導体素子の接続部材が金属接合される位置に金属接合用の金属層が形成されているため、接続部材を確実に半導体素子に接合させることができる。

【0019】

また、請求項3記載の発明は、

請求項1または2記載の半導体装置において、

前記接続部材は、変形可能な構成とされた複数のポストを有することを特徴とするものである。

【 0 0 2 0 】

上記発明によれば、変形可能な構成とされた複数のポストが変形することにより、半導体素子と放熱部材との間に発生する応力を確実に吸収することができる。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 4 記載の発明は、  
請求項 3 記載の半導体装置において、  
前記ポスト間の隙間に有機材料を充填したことを特徴とするものである。

【 0 0 2 2 】

上記発明によれば、ポスト間の隙間に有機材料を充填したことにより、接続部材と半導体素子との接合位置を補強することができ、接続部材と半導体装置の接合信頼性を高めることができる。

【 0 0 2 3 】

また、請求項 5 記載の発明は、  
請求項 4 記載の半導体装置において、  
前記有機材料に無機材料を混合し、該無機材料を混入した有機材料の熱膨張率が、前記半導体素子の熱膨張率と前記放熱部材の熱膨張率との間の値となるよう構成したことを特徴とするものである。

【 0 0 2 4 】

上記発明によれば、無機材料を混入することにより、有機材料の熱膨張率が半導体素子の熱膨張率と放熱部材の熱膨張率との間の値となるため、有機材料に起因して半導体素子に応力が印加されることを防止することができる。

【 0 0 2 5 】

また、請求項 6 記載の発明は、  
請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の半導体装置において、  
前記複数のポストの長さを、中心部における長さに対し、外周部における長さを長く設定したことを特徴とするものである。

## 【 0 0 2 6 】

また、請求項 7 記載の発明は、  
請求項 3 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の半導体装置において、  
前記複数のポストの断面積を、中心部における断面積に対し、外周部における断面積が小さくなるよう設定したことを特徴とするものである。

## 【 0 0 2 7 】

また、請求項 8 記載の発明は、  
請求項 3 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の半導体装置において、  
前記複数のポストの配設密度を、中心部における配設密度に対し、外周部における配設密度が低くなるよう設定したことを特徴とするものである。

## 【 0 0 2 8 】

上記の請求項 6 乃至 8 記載の発明によれば、応力の発生量が少ない中心部においては接続部材の剛性は高く、応力の発生量が多い外周部では接続部材の剛性は低く撓み易い。よって、ポストは応力の発生量に対応した可撓を行なうため、半導体素子と放熱部材との間に発生する応力を効率よくかつ確実に吸収することができる。

## 【 0 0 2 9 】

また、請求項 9 記載の発明は、  
請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の半導体装置において、  
前記接続部材を前記放熱部材と一体化したことを特徴とするものである。

## 【 0 0 3 0 】

上記発明によれば、接続部材と前記放熱部材とが一体化されることにより、半導体装置の構成を簡単化することができる。

## 【 0 0 3 1 】

また、請求項 1 0 記載の発明に係る半導体装置の製造方法は、  
基材に対してポストを形成することにより接続部材を製造する工程と、  
半導体素子の表面に金属層を形成する工程と、  
前記接続部材と前記半導体素子との間に樹脂材を配設しつつ前記ポストを前記金属層に押圧し、前記ポストと前記金属層を接合する工程とを有することを特徴

とするものである。

### 【0032】

上記発明によれば、ポストと金属層との接合処理と、ポスト間の隙間に樹脂材を充填する処理を同時に行なうことができるため、半導体装置の製造工程を簡単化することができる。

### 【0033】

#### 【発明の実施の形態】

次に本発明の実施の形態について図面と共に説明する。

図2は、本発明の第1実施例である半導体装置10Aを示している。同図に示す半導体装置10AはFC-BGA構造とされており、大略すると半導体チップ12、パッケージ基板13、放熱部材14A、半田ボール15、及び接続部材16A等により構成されている。

### 【0034】

半導体チップ12は、パッケージ基板13の上面に bumps 17を用いてフリップチップ実装されている。この半導体チップ12とパッケージ基板13との間には、半導体チップ12とパッケージ基板13との熱膨張差に起因した応力が bumps 17に集中するのを防止するため、アンダーフィルレジン18が配設されている。また、半導体チップ12の背面には、図3に拡大して示すように、金属層22が形成されている。この金属層22は、後述するポスト20が接合材23を介して接合される。

### 【0035】

パッケージ基板13は、その下面に外部接続端子として機能する半田ボール15が配設されている。このパッケージ基板13は多層配線基板であり、半導体チップ2と半田ボール15は、この内部配線により電氣的に接続される構成となっている。

### 【0036】

放熱部材14Aは、熱伝導性のよい銅(Cu)、アルミニウム(Al)、これらをベースとした複合材料、或いはカーボン複合材料により形成されている。本実施例では、放熱部材14Aの材料としてCuを用いている。この際、表面の酸化を

防止するため、放熱部材 14 A の表面に酸化防止膜を形成する構成としてもよい。

#### 【0037】

この放熱部材 14 A は、半導体チップ 12 を保護するリッドとして機能すると共に、半導体チップ 12 で発生した熱を放熱する放熱板としても機能するものである。よって、放熱部材 14 A の内部にはキャビティ 19 が形成されており、半導体チップ 12 及び後述する接続部材 16 A は、このキャビティ 19 内に位置した構成となっている。

#### 【0038】

また、放熱部材 14 A は半導体チップ 12 で発生した熱を放熱する放熱板としても機能するものであるため、半導体チップ 12 と放熱部材 14 とを熱的に接続する必要がある。本実施例では、半導体チップ 12 と放熱部材 14 とを熱的接続部材 16 A（以下、単に接続部材という）を用いて熱的に接続した構成としている。よって、半導体チップ 12 で発生した熱は、接続部材 16 A を介して放熱部材 14 A に熱伝達され、放熱部材 14 A において放熱される。

#### 【0039】

本実施例に係る接続部材 16 A は、放熱部材 14 A に一体的に形成された複数のポスト 20 と、この複数のポスト 20 間の隙間に配設された樹脂材 21 とにより構成されている。ポスト 20 は、前記した放熱部材 14 A と一体的に形成されるため、その材質は熱伝導率の高い Cu である。また、Cu は変形し易い材料でもあるため、よってポスト 20 も変形し易い特性を有している。

#### 【0040】

この Cu よりなるポスト 20 の高さは、ポスト 20 と半導体チップ 12 との接合部の応力及び半導体チップ 12 から放熱部材 14 A への熱伝達により決定されるが、約 30~100  $\mu$ m 程度である。また、ポスト 20 の直径及びピッチは必要な熱抵抗値及び上記接続部の信頼度（寿命）によって決定する。

#### 【0041】

この熱抵抗は、ポスト 20 の配設密度（単位面積あたりのポスト 20 の配設本数）、ポスト 20 の断面積に反比例する。また信頼度は、放熱部材 14 A と半導

体チップ12の熱膨張差、及び半導体チップ12の発熱量等により決められる。通常、この信頼度の値は、ポスト20の直径の $n$ 乗数（およそ2～3乗）、熱膨張率差の $m$ 乗（およそ2乗）、ポスト20の高さの $L$ 乗（およそ2乗）に反比例する。

#### 【0042】

一方、樹脂材21は、BTレジン系、エポキシ系、シリコン系等の材料を用いることが可能である。この樹脂材21は、前記のようにポスト20の隙間に充填される。このため、樹脂材21によりポスト20と半導体チップ12との接合位置を補強することができ、接続部材16Aと半導体チップ12との接合信頼性を高めることができる。

#### 【0043】

また、樹脂材21としてBTレジン系、エポキシ系、シリコン系等の樹脂をそのまま用いた場合には、樹脂材21の熱膨張率が半導体チップ12の熱膨張率に対して非常に大きなものとなる。このため、半導体装置10Aの加熱時（例えば、実装時）等において、半導体チップ12と樹脂材21との間で応力が発生するおそれがある。

#### 【0044】

これを防止するため、BTレジン系、エポキシ系、シリコン系等の樹脂材21の原料となる樹脂に、図4に示すように無機材料よりなるフィラー24を混合し、このフィラー24を混入した樹脂材21の熱膨張率が、半導体チップ12の熱膨張率と放熱部材14Aの熱膨張率との間の値となるよう構成してもよい。このフィラー24としては、例えば $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等の粉末、或いは粘性を下げる目的から球形とした $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等を用いることが考えられる。

#### 【0045】

このように樹脂材21の原料となる樹脂にフィラー24を混入することにより、樹脂材21の熱膨張率を半導体素子12の熱膨張率と放熱部材14Aの熱膨張率との間の値とすることができ、樹脂材21を設けたことに起因して半導体チップ12に応力が印加されることを防止することができる。また、樹脂材21に熱伝導率の高い（熱抵抗の低い）フィラー24を混入することにより、樹脂材21

を介して半導体チップ 12 から発生する熱を放熱部材 14 A に放熱することもできる。

#### 【0046】

上記したように本実施例に係る半導体装置 10 A によれば、熱膨張率の違いにより半導体チップ 12 と放熱部材 14 A との間に発生する応力は、接続部材 16 A を構成するポスト 20 が変形することにより確実に吸収される。このため、半導体チップ 12 に印加される応力は低減され、半導体装置 10 A の信頼性を向上させることができる。

#### 【0047】

また、ポスト 20 と半導体チップ 12 (金属層 22) とが金属接合されることにより、ポスト 20 と半導体チップ 12 との間における熱伝導率を高めることができ、半導体チップ 12 で発生する熱を効率良く放熱することができる。更に、本実施例では接続部材 16 A (ポスト 20) を放熱部材 14 A と一体化した構成であるため、半導体装置 10 A の構成を簡単化することができる。

#### 【0048】

続いて、上記構成とされた半導体装置 10 A の製造方法について説明する。尚、本発明における半導体装置 10 A の製造方法は、接続部材 16 A の形成方法、及び接続部材 16 A (ポスト 20) を半導体チップ 12 に熱的に接続させる方法に特徴があり、他の製造工程は周知の方法を用いることができる。このため、以下の製造方法の説明では、接続部材 16 A の形成方法、及び接続部材 16 A の半導体チップ 12 への接続方法についてのみ説明するものとする。

#### 【0049】

接続部材 16 A を製造するには、先ず図 5 (A) に示す放熱部材用基材 30 を用意する。本実施例では、図 2 に示した半導体装置 10 A を製造する方法を例に挙げて説明しているため、この放熱部材用基材 30 はポスト 20 が形成されていない状態の放熱部材 14 A となる。

#### 【0050】

この放熱部材用基材 30 上には、図 5 (B) に示すようにレジスト 31 を形成する。続いて、図 5 (C) に示すように、ポスト 20 を形成する位置におけるレ



ジスト 31 を除去する。このレジスト 31 の除去法は、例えば感光性レジスト材料の露光、レジスト剥離などのウエットプロセス法や、イオンミリングなどドライプロセス法などを用いる。

#### 【0051】

ポスト形成部におけるレジスト 31 が除去されると、続いて Cu を電解メッキすることにより、図 5 (D) に示すように放熱部材用基材 30 上にポスト 20 を形成する。前記したように、放熱部材用基材 30 は放熱部材 14 A であり、Cu により形成されている。よって、放熱部材用基材 30 を電極としてポスト 20 が電解メッキにより形成される。

#### 【0052】

この Cu よりなるポスト 20 の高さは、電解メッキ時間により制御することが可能である。前記のようにポスト 20 の高さは、ポスト 20 と半導体チップ 12 との接合部の応力及び半導体チップ 12 から放熱部材 14 A への熱伝達により決定されるが、例えば 30~100  $\mu$ m 程度に設定される。

#### 【0053】

上記のように放熱部材用基材 30 上にポスト 20 が形成されると、続いて図 5 (E) に示すように、放熱部材用基材 30 の上面全面（ポスト 20 及びレジスト 31 を含む上面全面）に半導体チップ 12 と金属接合するための接合材 23 を形成する。この接合材 23 の材料は、主に Sn などであり、一般的な Sn-Pb 半田材料等も使用が可能である。また、接合材 23 の作成方法はメッキ法により、その厚さは例えば 3  $\mu$ m~5  $\mu$ m 程度である。尚、接合材 23 の形成にあつては、ポスト 20 の上面のみに選択的に接合材 23 を形成する構成としてもよい。

#### 【0054】

上記のようにポスト 20 の形成が完了すると、続いてポスト 20 の形成のために用いたレジスト 31（レジスト 31 上の接合材 23 も含む）を除去し、これにより図 5 (F) に示すように接続部材 16 A（ポスト 20）の製造が完了する。この接続部材 16 A が完成した状態において、本実施例の構成では、ポスト 20 は放熱部材 14 A と一体化した構成となっている。

#### 【0055】

次に、上記のように製造された接続部材 16 A を用いて放熱部材 14 A を半導体チップ 12 に熱的に接続する接続方法について説明する。

#### 【0056】

放熱部材 14 A を半導体チップ 12 に熱的に接続するには、図 6 (G) に示すように、接続部材 16 A を構成するポスト 20 の上部にシート状の樹脂材 21 (予め、上記したフィラー 24 が混入されている) を配設する。続いて、予備加熱を実施することにより、図 6 (H) に示すように、シート状の樹脂材 21 を接続部材 16 A に仮固定する。この際、気泡の巻き込みによるボイド発生を防止するために、真空中で加熱・加圧して固定する。例えば樹脂材 21 として BT レジンを用いた場合には、70℃、10torr、10kg/cm<sup>2</sup> で仮固定を実施する。

#### 【0057】

また、後述するようにポスト 20 はこの樹脂材 21 を挿通して半導体チップ 12 に接合されることとなる。このため、樹脂材 21 の材質選定においては、ポスト 20 の先端に樹脂材 21 やフィラー 24 が残留してポスト 20 の熱抵抗が低下しないよう、硬化前の樹脂材 21 の粘性設計及びフィラー 24 の含有量の設計が重要となる。具体的には、直径が  $\phi 60 \sim 70 \mu\text{m}$  のポスト 20 を用いた場合の粘性設計値は、硬化前の樹脂材 21 の最低粘度が 5000cps (センチポイズ) 以下になるように設計される。また、このときのフィラー (SiO<sub>2</sub>) の含有量は 20% 以下で、熱膨張率は 60ppm 程度である。

#### 【0058】

上記のように樹脂材 21 が接続部材 16 A に仮固定されると、図 6 (I) に示すように、樹脂材 21 が下となるよう半導体チップ 12 の上部に接続部材 16 A を位置決めする。この際、予め半導体チップ 12 の背面には金属層 22 (メタライズ) を形成しておく。この金属層 22 としては Cu 或いは Au 等を用いることができる。具体的な金属層 22 の形成方法としては、先ず半導体チップ 12 の背面に密着金属となるチタン (Ti) 膜を 5000Å の厚さで形成し、その上部に Au を 0.3  $\mu\text{m}$  の厚さで層形成する。

#### 【0059】

続いて、図 6 (J) に示すように、接続部材 16 A を半導体チップ 12 に金属

接合する処理を行なう。具体的には、ポスト 20 の先端に形成された接合材 23 を半導体チップ 12 の背面に形成された金属層 22 に金属接合する処理を行なう。

#### 【0060】

このポスト 20 を金属層 22 に金属接合する処理は、酸化防止機能および加圧機能を有する装置を用いて実施する。

#### 【0061】

本実施例では、上記の二つの機能を有する装置として、真空プレス装置を用いている。また、接合条件としては、金属層 22 として Au を用いた場合には、圧力を  $\sim 30\text{kg}/\text{cm}^2$  程度に設定し、 $230^\circ\text{C} \sim 240^\circ\text{C}$  の温度下において 1 秒程度でポスト 20 を金属層 22 に接合する。また、金属層 22 として Cu を用いた場合には、圧力は  $5 \sim 10\text{kg}/\text{cm}^2$  程度で、強度的に脆い  $\text{Sn}_3\text{Cu}$  を安定な  $\text{Sn}_6\text{Cu}_5$  に移行させるため、 $250^\circ\text{C}$  で 30 分の加熱を行なう。

#### 【0062】

この際、加圧を行なう目的は、ポスト 20 と金属層 22 との接合部分の接触を図るほか、Au-Sn の拡散、Cu-Sn の拡散時に発生するカーケンドールボイドをつぶして、この発生を防止するためである。また、樹脂材 21 をポスト 20 の間の隙間に確実に充填するためである。

#### 【0063】

以上の工程を実施することにより、図 6 (K) に示されるように、接続部材 16 A は半導体チップ 12 に熱的に接合された状態となる。また、これと同時に、樹脂材 21 はポスト 20 の間の隙間に確実に充填される。このように、本実施例に係る製造方法によれば、ポスト 20 と金属層 22 との金属接合処理と、ポスト 20 間の隙間に樹脂材 21 を充填する処理を同時に行なうことができるため、半導体装置 10 A の製造工程を簡単化することができる。

#### 【0064】

尚、上記した製造方法の実施では、樹脂材 21 を接続部材 16 A に仮止めした後、半導体チップ 12 の背面に形成された金属層 22 と金属接合する構成とした。しかしながら、図 7 (A) に示すように、樹脂材 21 を半導体チップ 12 に形

成された金属層 22 上に仮止めし、その後に図 7 (B) に示すように接続部材 16 A を半導体チップ 12 に加熱下で加圧し、これにより図 7 (C) に示すようにポスト 20 (接合材 23) を金属層 22 に金属接合する構成としてもよい。

#### 【0065】

また、本実施例に係る製造方法では、樹脂材 21 としてシート状の樹脂を用いたが、樹脂材 21 としてゲル状の接着材料を用いることも可能である。樹脂材 21 としてゲル状の接着材料を用いた場合も、上記したシート状の樹脂材 21 と同様に、接着材料は再溶融時の粘性低下設計がなされており、仮固定温度以上で粘性が大きく変化し、例えば 5000cps 程度以下になるように設計されている。また、ゲル状の接着材料を用いた接合工程では、主に半導体チップ 12 の背面にゲル状の接着材料塗布した後、接続部材 16 A と半導体チップ 12 を位置決めし、シート状の樹脂材 21 と同様に半導体チップ 12 と接続部材 16 A とを加圧、加熱してポスト 20 を金属層 22 に金属接合する。

#### 【0066】

更に、本実施例に係る製造方法では、ポスト 20 として Cu をメッキにより成長させたが、放熱部材 14 A のポスト 20 の形成位置に予めブロック体を一体的に形成しておき、このブロック体にスリット加工等を施すことにより分割されたポストを形成する方法を用いてもよい。

#### 【0067】

図 8 乃至図 12 は、本発明の第 2 乃至第 6 実施例である半導体装置 10 B ~ 10 F を示している。尚、図 8 乃至図 12 において、図 2 乃至図 4 に示した構成と同一構成については同一符号を付し、その説明を省略するものとする。

#### 【0068】

図 8 は、第 2 実施例である半導体装置 10 B を示している。先に図 2 を用いて説明した第 1 実施例に係る半導体装置 10 A は、接続部材 16 A を放熱部材 14 A に一体化した構成とした。これに対して本実施例に係る半導体装置 10 B は、接続部材 16 B を放熱部材 14 B とは別個の構成としたものである。

#### 【0069】

このため、ポスト 20 は基板 35 に形成されており、また基板 35 は熱媒体 3

6を介して放熱部材14Bに熱的に接続された構成となっている。この熱媒体36は、高い熱伝導率を有した材料よりなり、その熱膨張係数は放熱部材14Bと接続部材16Bとの間の熱膨張率に設定されている。

#### 【0070】

この構成とすることにより、接続部材16Bを放熱部材14Bに拘わらず形成することが可能となり、放熱部材14Bの形状に変更があったような場合においても、接続部材16Bはそのまま用いることが可能である。

#### 【0071】

図9は、第3実施例である半導体装置10Cを示している。本実施例に係る半導体装置10Cは、接続部材16Cを構成する複数のポスト20の高さを異ならせたことを特徴とするものである。具体的には、放熱部材14Cに段部37を形成することにより、中心部におけるポスト20の長さ（図中、中心位置に配設されたポスト20bの長さを矢印Hbで示す）に対し、外周部におけるポスト20の長さ（図中、最外周部に配設されたポスト20aの長さを矢印Haで示す）を長く設定した構成としている（ $H_a > H_b$ ）。

#### 【0072】

図10は、第4実施例である半導体装置10Dを示している。本実施例に係る半導体装置10Dも、第3実施例に係る半導体装置10Cと同様に、接続部材16Dを構成する複数のポスト20の高さを異ならせたことを特徴とするものである。

#### 【0073】

具体的には、放熱部材14Dに球面状部38を形成することにより、中心部におけるポスト20の長さ（図中、中心位置に配設されたポスト20bの長さを矢印Hbで示す）に対し、外周部におけるポスト20の長さ（図中、最外周部に配設されたポスト20aの長さを矢印Haで示す）を長く設定した構成としている（ $H_a > H_b$ ）。このポスト20の長さの変化は、中心部から外周部に向け漸次変化するよう構成しても、段階的に変化するようにしてもよい。

#### 【0074】

図11は、第5実施例である半導体装置10Eを示している。本実施例に係る

半導体装置 10E は、接続部材 16C を構成する複数のポスト 20 の断面積を異ならせたことを特徴とするものである。

#### 【0075】

具体的には、中心部におけるポスト 20 の断面積（図中、中心位置に配設されたポスト 20b の断面積を  $S_b$  で示す）に対し、外周部におけるポスト 20 の断面積（図中、最外周部に配設されたポスト 20a の断面積を  $S_a$  で示す）が小さくなるよう設定した構成としている（ $S_a < S_b$ ）。このポスト 20 の断面積の変化は、中心部から外周部に向け漸次変化するよう構成しても、段階的に変化するようにしてもよい。

#### 【0076】

図 12 は、第 6 実施例である半導体装置 10F を示している。本実施例に係る半導体装置 10F は、接続部材 16C を構成する複数のポスト 20 の長さ及び断面積は等しいが、ポスト 20 の配設密度を異ならせたことを特徴とするものである。

#### 【0077】

具体的には、中心部におけるポスト 20 の配設密度に対し、外周部におけるポスト 20 の配設密度が低くなるよう設定している。このポスト 20 の配設密度の変化も、中心部から外周部に向け漸次変化するよう構成しても、段階的に変化するようにしてもよい。

#### 【0078】

上記した第 2 乃至第 6 実施例に係る半導体装置 10B～10F は、応力の発生量が少ない中心部においては剛性が高く、応力の発生量が多い外周部では剛性は低く撓み易い構成となる。即ち、熱膨張差に起因して半導体チップ 12 と放熱部材 14B～14F との間で相対的な変位が発生した場合、中央部における変位量に対して外周部における変位量は大きくなる。このため、半導体チップ 12 と放熱部材 14B～14F との間で発生する応力も、中央部における応力に対して外周部における応力は大きくなる。

#### 【0079】

これに対し、第 2 乃至第 6 実施例に係る半導体装置 10B～10F は、接続部

材 1 6 B ~ 1 6 F の中心部は剛性が高く、外周部では剛性は低く撓み易い構成であるため、接続部材 1 6 B ~ 1 6 F において半導体チップ 1 2 と放熱部材 1 4 B ~ 1 4 F との間に発生する応力を効率よくかつ確実に吸収することができる。

【 0 0 8 0 】

以上の説明に関し、更に以下の項を開示する。

【 0 0 8 1 】

(付記 1) 半導体素子と、  
該半導体素子で発生する熱を放熱する放熱部材と、  
前記半導体素子と前記放熱部材を熱的に接続する接続部材とを有する半導体装置において、

前記接続部材を金属により形成すると共に、変形することにより前記半導体素子と前記放熱部材との間に発生する応力を吸収する構成とし、

かつ、該接続部材と前記半導体素子とを金属接合したことを特徴とする半導体装置。

【 0 0 8 2 】

(付記 2) 付記 1 記載の半導体装置において、  
前記半導体素子の前記接続部材が金属接合される位置に、金属接合用の金属層が形成されてなることを特徴とする半導体装置。

【 0 0 8 3 】

(付記 3) 付記 1 または 2 記載の半導体装置において、  
前記接続部材は、変形可能な構成とされた複数のポストを有することを特徴とする半導体装置。

【 0 0 8 4 】

(付記 4) 付記 3 記載の半導体装置において、  
前記ポスト間の隙間に有機材料を充填したことを特徴とする半導体装置。

【 0 0 8 5 】

(付記 5) 付記 4 記載の半導体装置において、  
前記有機材料に無機材料を混合し、該無機材料を混入した有機材料の熱膨張率が、前記半導体素子の熱膨張率と前記放熱部材の熱膨張率との間の値となるよう

構成したことを特徴とする半導体装置。

【0086】

(付記6) 付記3乃至5のいずれか1項に記載の半導体装置において、  
前記複数のポストの長さを、中心部における長さに対し、外周部における長さを長く設定したことを特徴とする半導体装置。

【0087】

(付記7) 付記3乃至6のいずれか1項に記載の半導体装置において、  
前記複数のポストの断面積を、中心部における断面積に対し、外周部における断面積が小さくなるよう設定したことを特徴とする半導体装置。

【0088】

(付記8) 付記3乃至7のいずれか1項に記載の半導体装置において、  
前記複数のポストの配設密度を、中心部における配設密度に対し、外周部における配設密度が低くなるよう設定したことを特徴とする半導体装置。

【0089】

(付記9) 付記1乃至8のいずれか1項に記載の半導体装置において、  
前記接続部材を前記放熱部材と一体化したことを特徴とする半導体装置。

【0090】

(付記10) 基材に対してポストを形成することにより接続部材を製造する工程と、

半導体素子の背面に金属層を形成する工程と、

前記前記接続部材と前記半導体素子との間に樹脂材を配設しつつ前記ポストを前記金属層に押圧し、前記ポストと前記金属層を接合する工程と  
を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【0091】

(付記11) 基材上にレジストを形成する工程と、  
前記基材上に形成されたレジストの複数箇所のポスト形成部分を除去する工程と、

前記レジストが除去されたポスト形成部分の基板部分にポストを形成する工程と、



前記ポスト上に接合材を形成する工程と、  
前記基材上のレジストを除去する工程とにより作成されることを特徴とする半導体素子用の放熱部材。

【 0 0 9 2 】

(付記 1 2) 付記 1 1 記載の半導体素子用の放熱部材において、  
前記接合材の形成工程は、前記レジスト及びポスト上に接合材を形成し、  
前記レジストを除去する工程は、前記接合材が形成されたレジストを除去することを特徴とする半導体素子用の放熱部材。

【 0 0 9 3 】

【発明の効果】

上述の如く本発明によれば、次に述べる種々の効果を実現することができる。

【 0 0 9 4 】

請求項 1 記載の発明によれば、半導体素子に印加される応力は低減され、半導体装置の信頼性を向上させることができる。また、接続部材と半導体素子との間における熱伝導率を高めることができ、半導体素子で発生する熱を効率良く放熱することができる。

【 0 0 9 5 】

また、請求項 2 記載の発明によれば、接続部材を確実に半導体素子に接合させることができる。

【 0 0 9 6 】

また、請求項 3 記載の発明によれば、半導体素子と放熱部材との間に発生する応力を確実に吸収することができる。

【 0 0 9 7 】

また、請求項 4 記載の発明によれば、接続部材と半導体素子との接合位置を補強することができ、接続部材と半導体装置の接合信頼性を高めることができる。

【 0 0 9 8 】

また、請求項 5 記載の発明によれば、有機材料の熱膨張率が半導体素子の熱膨張率と放熱部材の熱膨張率との間の値となるため、有機材料に起因して半導体素子に応力が印加されることを防止することができる。

**【0099】**

また、請求項6乃至8記載の発明によれば、ポストは応力の発生量に対応した可撓を行なうため、半導体素子と放熱部材との間に発生する応力を効率よくかつ確実に吸収することができる。

**【0100】**

また、請求項9記載の発明によれば、接続部材と前記放熱部材とが一体化されることにより、半導体装置の構成を簡単化することができる。

**【0101】**

また、請求項10記載の発明によれば、半導体装置の製造工程を簡単化することができる。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

従来の一例である半導体装置を示す図である。

**【図2】**

本発明の第1実施例である半導体装置を示す図である。

**【図3】**

本発明の第1実施例である半導体装置のポスト近傍を拡大して示す図である。

**【図4】**

樹脂材にフィラーを混入した状態を示す図である。

**【図5】**

本発明の一実施例である半導体装置の製造方法を説明するための図である（その1）。

**【図6】**

本発明の一実施例である半導体装置の製造方法を説明するための図である（その2）。

**【図7】**

図5及び図6に示す半導体装置の製造方法の変形例を説明するための図である。

**【図8】**

本発明の第 2 実施例である半導体装置を示す図である。

【図 9】

本発明の第 3 実施例である半導体装置を示す図である。

【図 1 0】

本発明の第 4 実施例である半導体装置を示す図である。

【図 1 1】

本発明の第 5 実施例である半導体装置を示す図である。

【図 1 2】

本発明の第 6 実施例である半導体装置を示す図である。

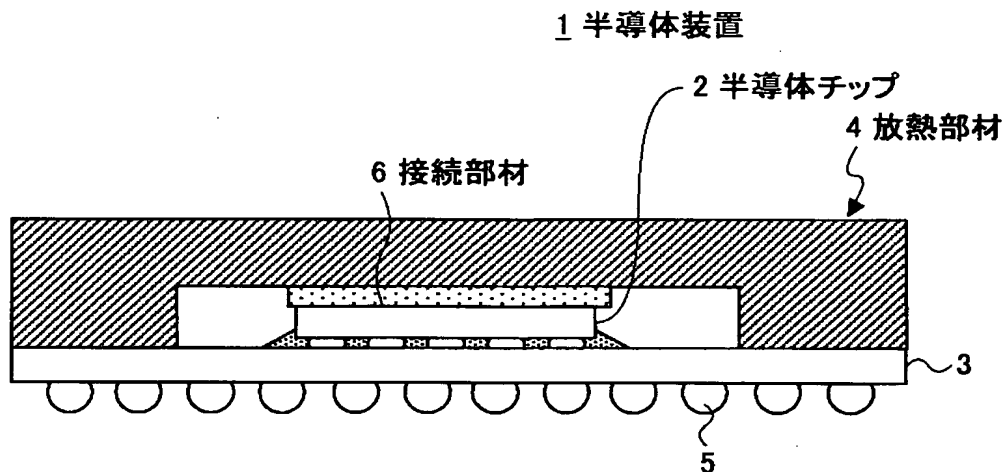
【符号の説明】

- 1 0 A ～ 1 0 F 半導体装置
- 1 2 半導体チップ
- 1 3 パッケージ基板
- 1 4 A ～ 1 4 F 放熱部材
- 1 6 A ～ 1 6 F 接続部材
- 1 8 アンダーフィルレジン
- 2 0, 2 0 a, 2 0 b ポスト
- 2 1 樹脂材
- 2 2 金属層
- 2 3 接合材
- 2 4 フィラー
- 3 0 放熱部材用基材
- 3 1 レジスト
- 3 6 熱媒体
- 3 7 段部
- 3 8 球面状部

【書類名】 図面

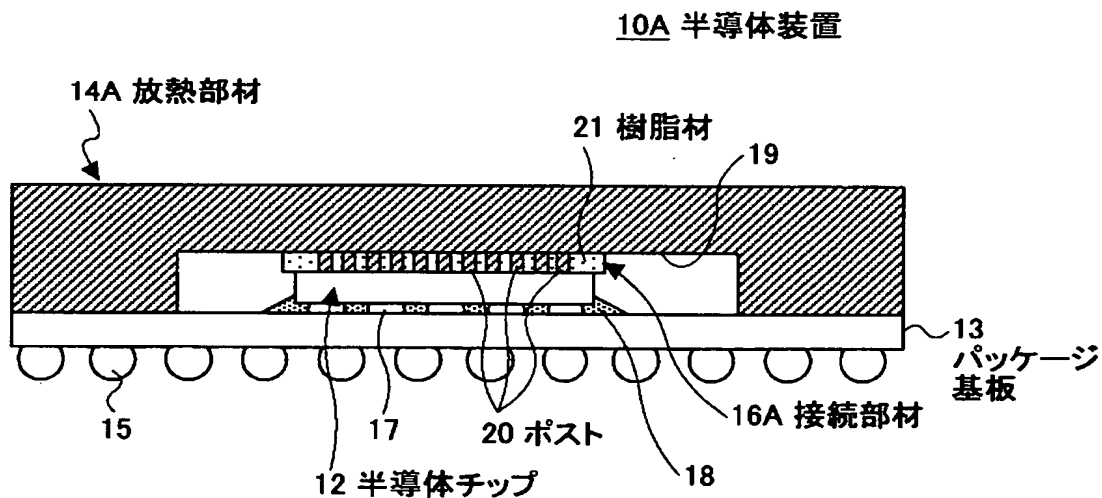
【図 1】

従来の一例である半導体装置を示す図



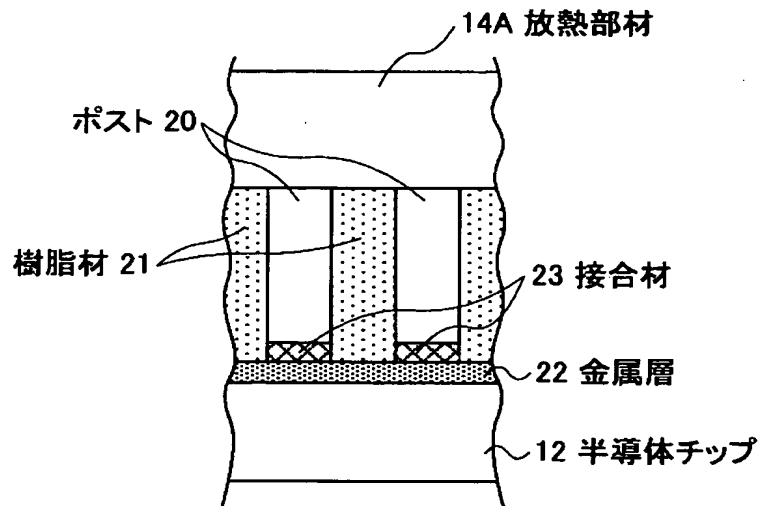
【図 2】

本発明の第 1 実施例である半導体装置を示す図



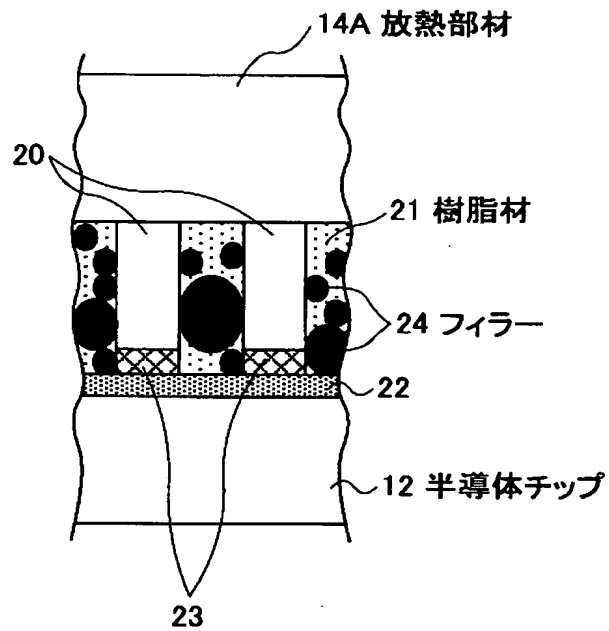
【図 3】

本発明の第 1 実施例である半導体装置  
のポスト近傍を拡大して示す図



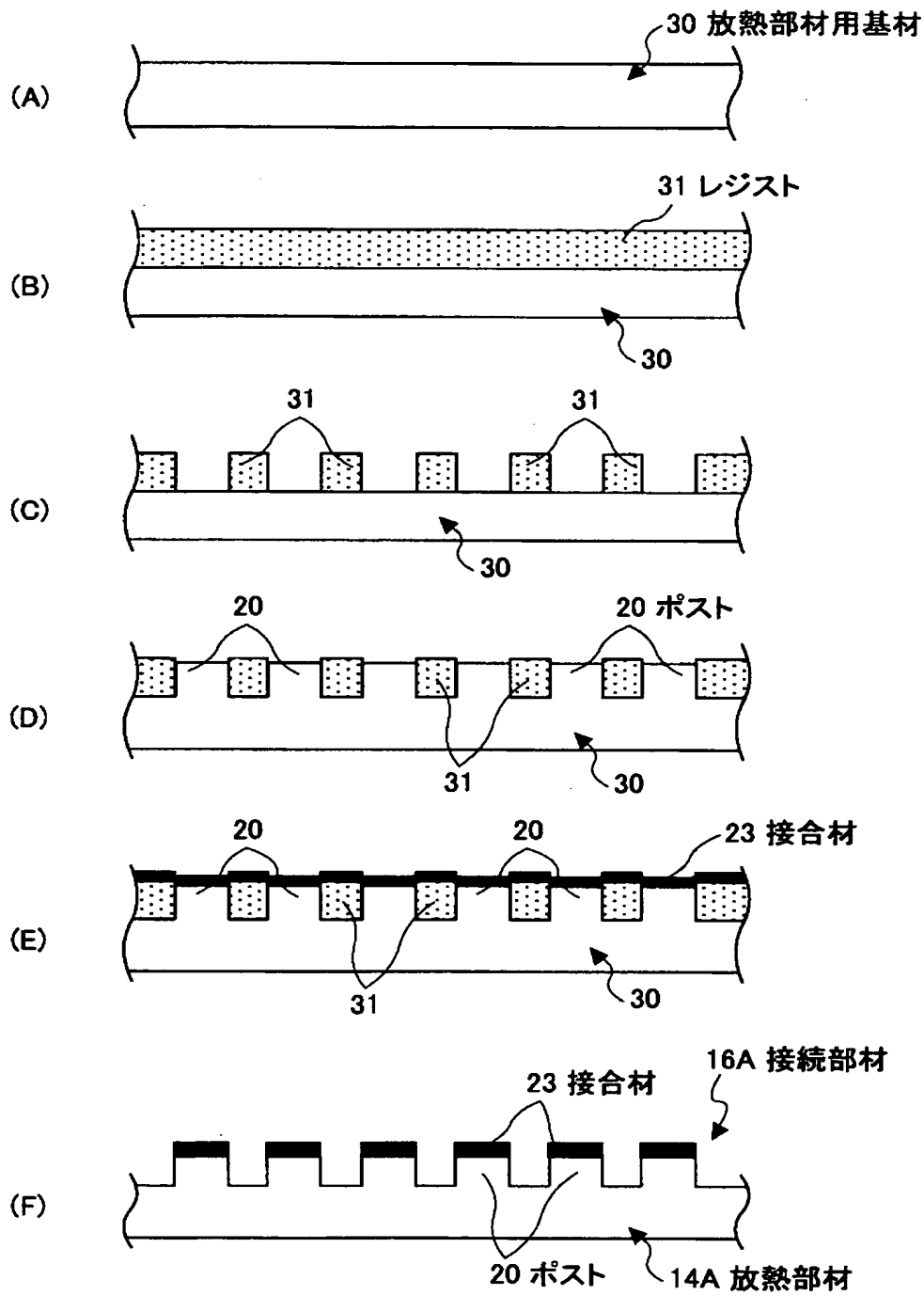
【図 4】

樹脂材にフィラーを混入した状態を示す図



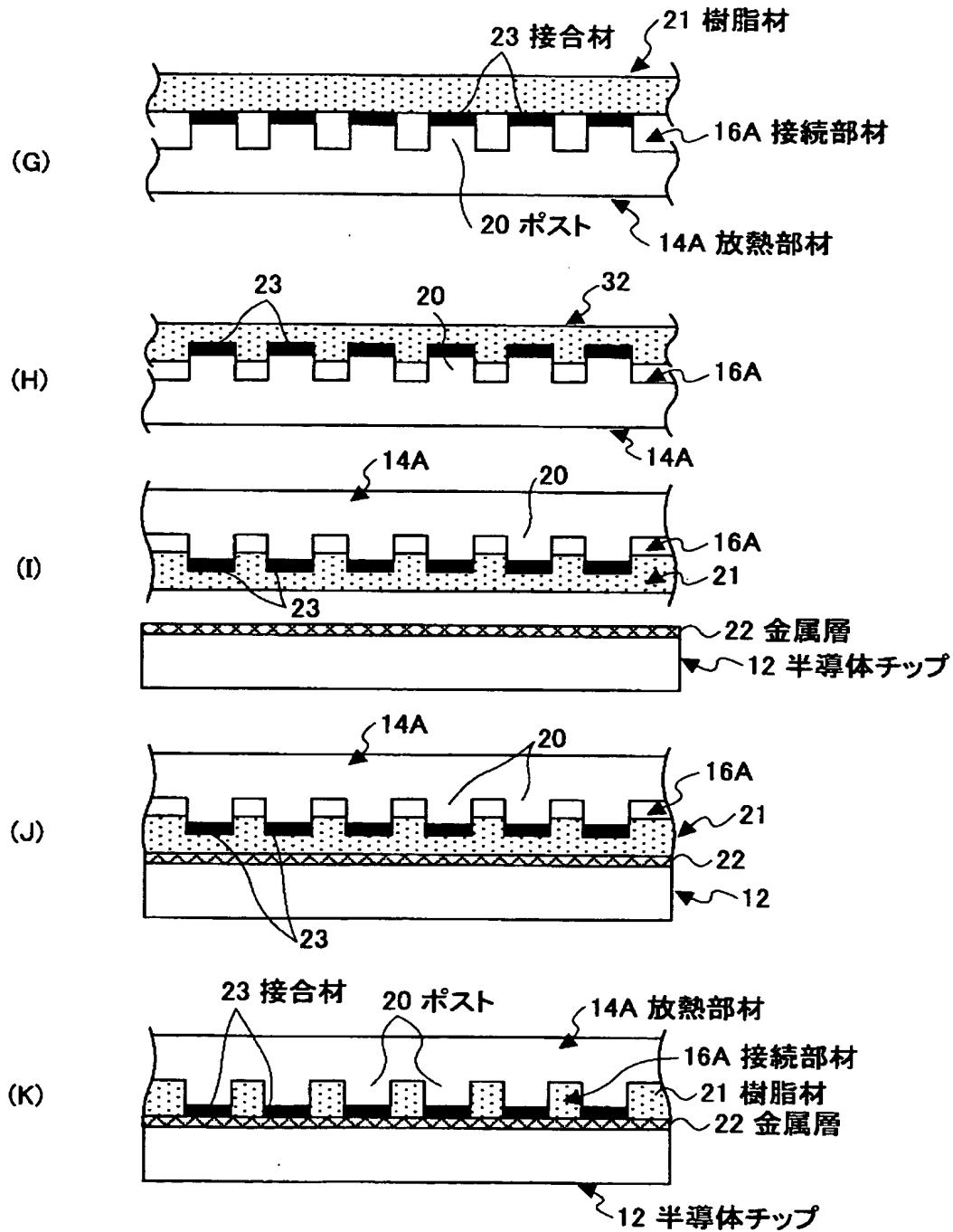
【図 5】

本発明の一実施例である半導体装置の  
製造方法を説明するための図（その 1）



【図 6】

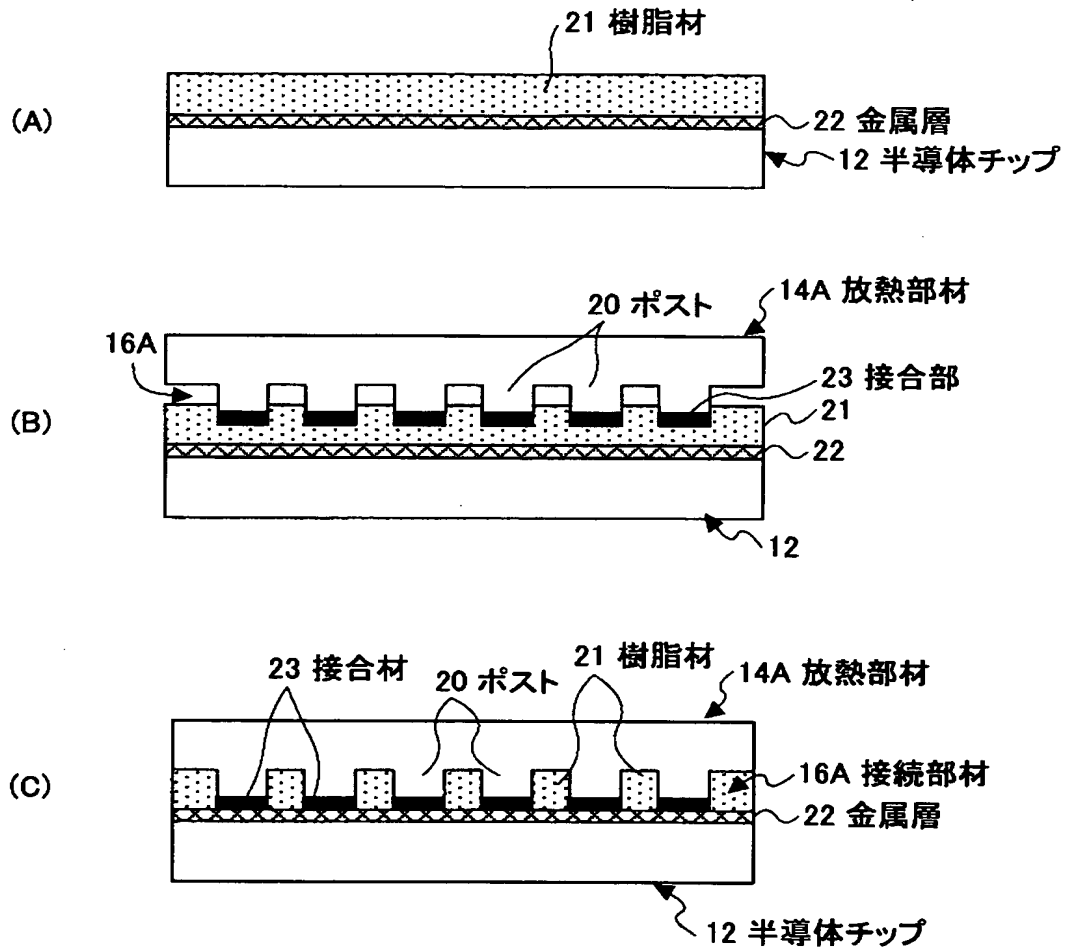
本発明の一実施例である半導体装置の  
製造方法を説明するための図（その 2）





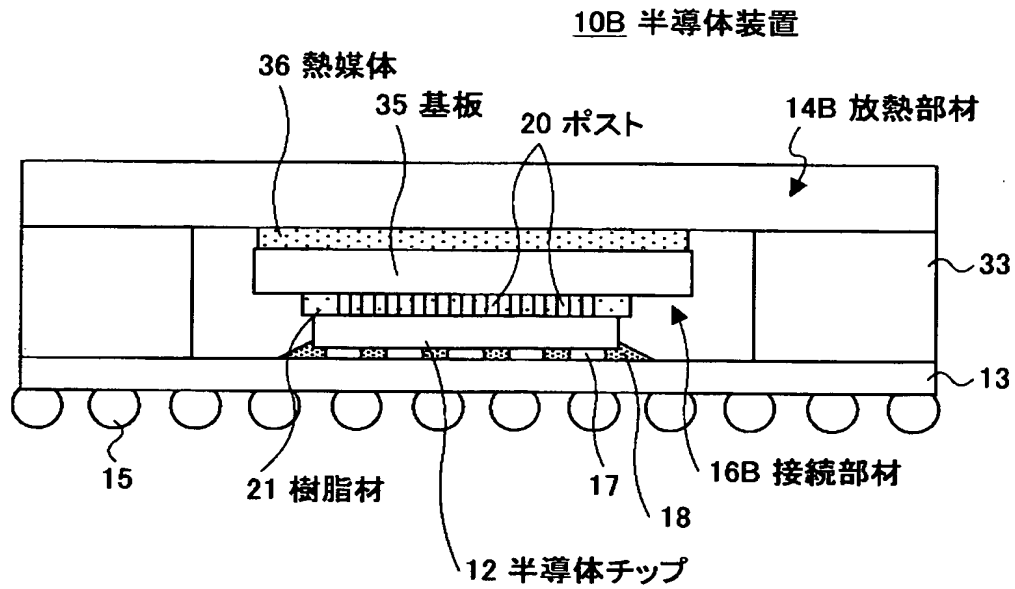
【図 7】

図 5 及び図 6 に示す半導体装置の  
製造方法の変形例を説明するための図



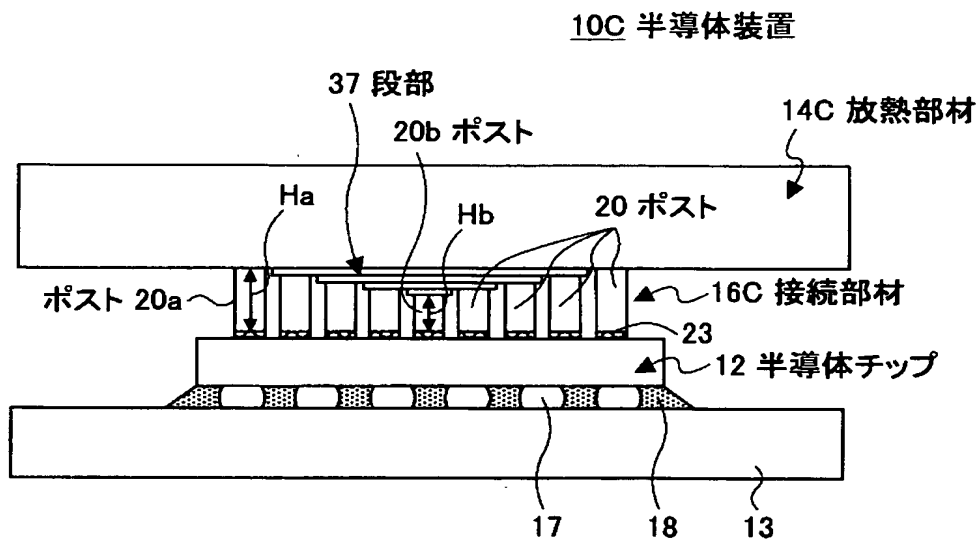
【図 8】

本発明の第 2 実施例である半導体装置を示す図



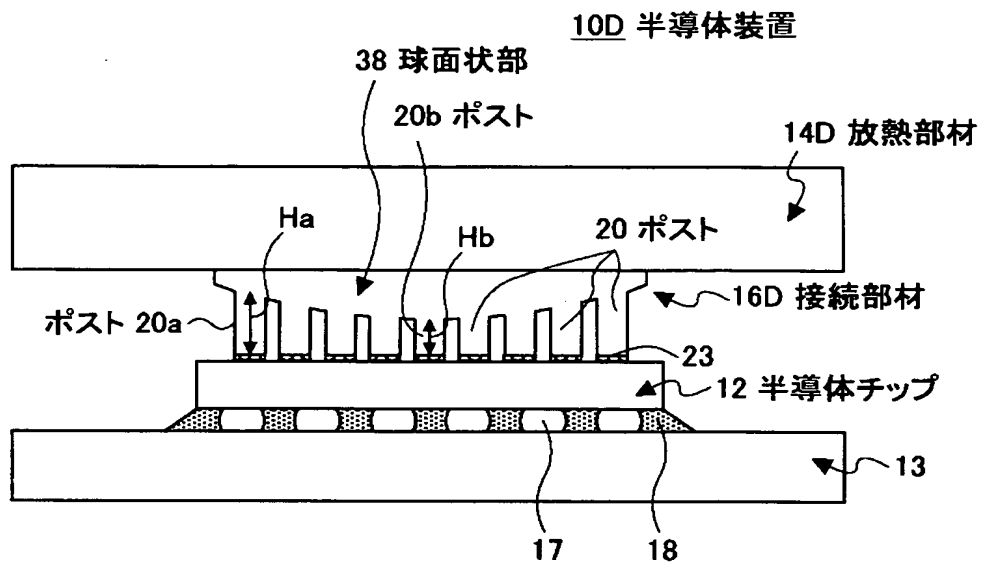
【図 9】

本発明の第 3 実施例である半導体装置を示す図



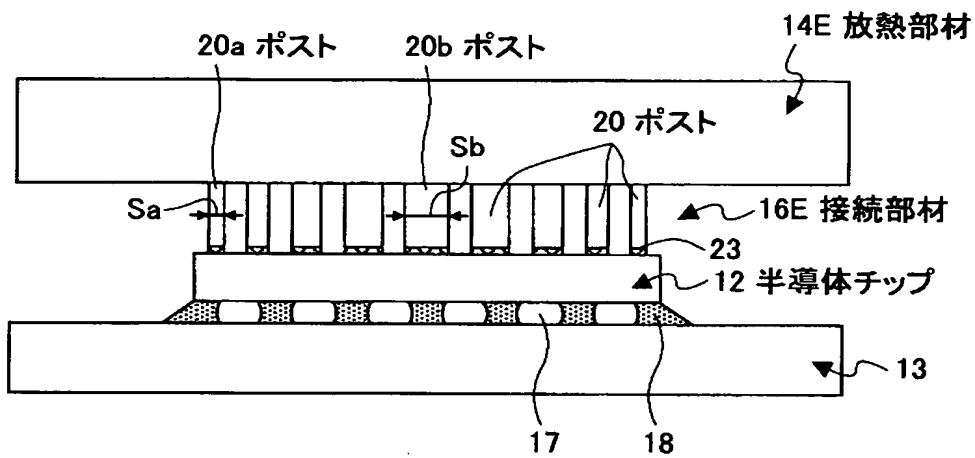
【図 10】

本発明の第 4 実施例である半導体装置を示す図



【図 11】

本発明の第5実施例である半導体装置を示す図

10E 半導体装置



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は半導体チップから発生する熱の放熱効率の向上を図った半導体装置及びその製造方法に関し、半導体素子で発生する熱を確実に放熱すると共に装置内部で発生する応力の低減を図ることを課題とする。

【解決手段】 半導体チップ12と、この半導体チップ12で発生する熱を放熱する放熱部材14Aと、半導体チップ12と放熱部材14Aを熱的に接続する接続部材16Aとを有する半導体装置において、この接続部材16Aを金属（Cu）により形成すると共に、変形することにより半導体チップ12と放熱部材14Aとの間に発生する応力を吸収する構成とし、かつ、接続部材16Aと半導体チップ12の背面に形成された金属層22とを金属接合した構成とする。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 3 - 0 4 4 3 3 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社